

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-273772

(43)Date of publication of application : 30.09.1994

(51)Int.Cl.

G02F 1/1337

(21)Application number : 05-328305

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

(72)Inventor : OKAZAKI KAN

(30)Priority

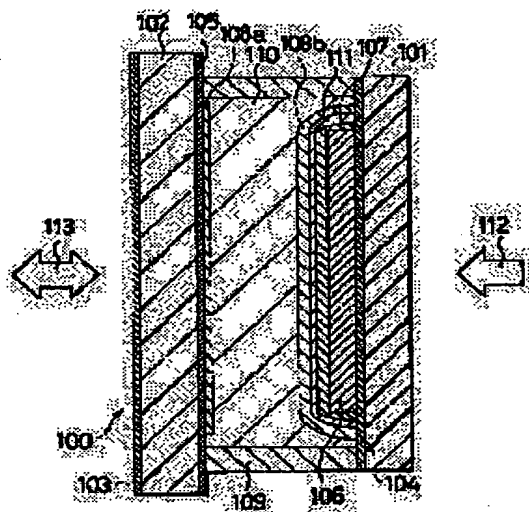
Priority number : 05 8298 Priority date : 21.01.1993 Priority country : JP

## (54) PROJECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the projection type liquid crystal display device which can be improved in optical stability necessary for projection, is enhanced in contrast and has high display performance.

**CONSTITUTION:** A reflection type liquid crystal element provided with a required pretilt angle is produced by forming substrates 101, 102 disposed to face each other and a liquid crystal layer 110, using a polyimide film having perpendicular orientability as an oriented film and rubbing this film. The projection type liquid crystal display device is constituted by using the reflection type liquid crystal element produced in such a manner.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 01.08.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-273772

(43)公開日 平成 6 年(1994) 9 月30日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 F 1/1337

識別記号

5 2 5

庁内整理番号

9225-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平5-328305

(22)出願日 平成 5 年(1993)12月24日

(31)優先権主張番号 特願平5-8298

(32)優先日 平 5 (1993) 1 月21日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 岡崎 敢

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

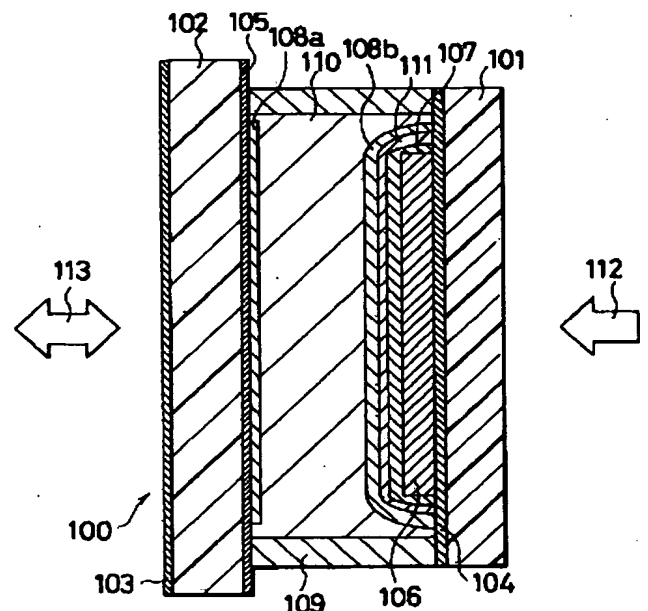
(74)代理人 弁理士 川口 義雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 投射型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 プロジェクションに必要な光安定性を向上させることができ、更に、高コントラスト化がはかれ、高い表示性能を備えた投射型液晶表示装置を提供する。

【構成】 対向した基板構成と液晶層を備え、更に配向膜として垂直配向性のポリイミド膜を用い、この膜をラビングすることにより所要のプレティルト角を持たせたるようにした反射型液晶素子を製造し、このようにして製造した反射型液晶素子を使用して投射型液晶表示装置を構成する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対向した基板間に液晶層を有す構成を持つ反射型液晶素子を備え、前記液晶素子により生成された光画像を投射する投射型液晶表示装置において、前記反射型液晶素子の液晶分子は、配向手段により、所定の傾斜角度（プレティルト角）を持つように配向されており、前記配向手段がラビング処理された垂直配向性のポリイミド膜であることを特徴とする投射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記対向した基板の少なくとも一方の基板が透明基板である反射型液晶素子を備えたことを特徴とする請求項1に記載の投射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記対向した基板の少なくとも一方の基板が単結晶シリコンである前記反射型液晶素子を備えたことを特徴とする請求項1に記載の投射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記反射型液晶素子が光書込型液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項1に記載の投射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記プレティルト角が基板法線方向から5°以下である前記反射型液晶素子を備えたことを特徴とする請求項1に記載の投射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記対向した基板の少なくとも一方の基板にラビングを行った前記反射型液晶素子を備えたことを特徴とする請求項1に記載の投射型液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光安定性に優れた投射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 投射型液晶パネルを用いた反射型液晶表示装置としては例えば、高密度反射型TFT-LCDを用いたものが報告されている（Y. Takubo et al., : Japan Display '89 p. 584 (1989)）。これは、TFTの画素電極を絶縁性材料を介し、TFT素子上に形成し開口率を向上すると共に反射板としての機能を持たせ反射型液晶パネルを作成している。

【0003】 投射型液晶表示装置には、光書込型液晶ライトバルブを用いたものがある。光書込型液晶ライトバルブは、読み出し光を電圧変化によって変調する液晶層、読み出し光を反射させる光反射層、光反射層からの透過光を遮断する遮光層、入射光の強度によりインピーダンスを変化させ液晶層にかかる電圧を制御する光導電体層から成り、これらの基板をガラス等の透過性基板で挟んだサンドイッチ構造をしている。

【0004】 前記デバイスを駆動するには、まず前記デバイスに交流電圧を印加しておく。光導電体層に透過性基板方向からの光（書き込み光）が入力されない場合、バイアス電圧は主に光導電体層に印加されてる。

2

【0005】 また、書き込み光が入力された場合、光導電体層からインピーダンスは減少し、ほとんどのバイアス電圧が液晶層に印加され読み出し光は変調される。

【0006】 従来液晶ライトバルブに用いられている動作モードは、正の誘電異方性をもつネマティック液晶を45°にねじったハイブリッドフィールドエフェクトモード（以下HFEモードと略記）である。

【0007】 液晶層に電圧が印加されている場合、液晶分子は電界応答し基板法線方向にティルトして行く。

10 【0008】 入射した光は液晶分子のティルトとツイストからくる複屈折効果と反射により偏光方向が回転する。この回転を受けた光が偏光ビームスプリッターを透過しスクリーンは明状態になる。

【0009】 電圧が印加されない場合、液晶の旋光性により反射されても入射時の偏光方向と変化しないのでスクリーン上は暗状態である。

【0010】 すなわち、液晶の屈折率異方性を $\Delta n$ 、液晶層の層厚を $d$ 、入射光波長を $\lambda$ とすると、HFEモードのOFF時の反射率特性は $\cos(2\pi\Delta n \cdot d/\lambda) = 1$ のときゼロになる（William. P. Bleha, Jan Grinberg, Alexander D. Jacobson and Gary D. Meyer Hughes Research Laboratories, Malibu, CA: SID '77 Digest P. 104）。つまり、OFF時の反射率特性は波長依存性をもつのである。

【0011】 このことから、パネルを設計する際（ $\Delta n \cdot d/\lambda = K$ （ $K$ は整数）になるよう $\Delta n$ 、 $d$ 、 $\lambda$ を選択する必要がある。

30 【0012】 また、液晶ディスプレイの動作モードとして、ネマティック液晶を用いたツイスティッドネマティック（TN）モード、スーパーツイスティッドネマティック（STN）モード、エレクトリカリーコントロールバイリフリンジェンス（ECB）モード、更に強誘電性液晶を用いたサーフィススタビライズドフェロリキッドクリスタル（SSFLC）モードなどがある。

【0013】 さて、ECBモードは初期状態における分子配向によって3つに分けることができる。

40 【0014】 中でもディフォーメーションオブヴァーティカルアラインドフェーズ（DAP）型ECBモードは、負の誘電異方性をもつネマティック液晶を用いるので初期状態では垂直に配向しており、電界によって液晶分子をティルトさせそのとき生じる複屈折により明暗の表示を行うものである。

【0015】 しかし、液晶分子が完全な垂直配向をしている場合、電圧が印加されると液晶分子はランダムな方向に倒れてしまい表示品位を著しく低下させることになる。

50 【0016】 従って、液晶分子をガラス基板に対して均一なプレティルト角を持たせながら広範囲に配向させる

3

技術が必要となってくる。

【0017】また、前記プレティルト角が大きい場合、初期状態において複屈折により光が抜けてくるためコントラストを低下させる。従って、前記プレティルト角は微小でなければならない。ただし、プレティルト角とは基板法線方向液晶分子の長軸とがなす角度のことである。

【0018】傾斜垂直配向を得るための技術が幾つかの文献より報告されている。

【0019】文献1 (J. L. Janning. *Applied Physics Letter* 21 p. 173 1972) では、基板を水平に置いた状態の基板の法線方向から $85^\circ$  (蒸着角度 $\phi=85^\circ$ ) 傾け、酸化シリコン ( $\text{SiO}_x$ ) を真空蒸着している (斜方蒸着法)。膜厚はおおよそ70オングストロームである。この方法で作成した液晶セルはラビングを行ったセルと同等の配向が得られている。

【0020】文献2 (W. Urbach et, al. *Applied Physics letter* 25 p. 479 1974) では、斜方蒸着法により作成した液晶注入前後のセルを熱サイクル試験 (室温 $\rightarrow 250^\circ\text{C}$  $\rightarrow$ 室温のサイクルを100回繰り返す信頼性試験) にかけたところ安定した配向が得られている。しかし、光安定性に関しては記述されていない。

【0021】また、 $\text{SiO}_x$  斜方蒸着により基板上に無機膜を作成後、表面処理を行う方法がある。この方法では、表面処理剤にCTAB (Cethyltrimethylammonium bromide) を用いている。CTAB膜はCTAB溶液の液面から垂直方向にゆっくり引き上げる事により作成される。CTAB溶液中のCTAB濃度が十分高いとき $\phi < 40^\circ$  で垂直配向が得られている (W. Urbach et, al. *Applied Physics letter* 25 p. 479 1974)。

【0022】しかし、文献3 (公表特許公報公開番号平2-503482 出願人ヒューズエアクラフトカンパニー) によると、CTABは化学的に $\text{SiO}_x$  表面に接着されていないので、その幾つかあるいはすべてが液晶構造、層厚、温度に依存して液晶中に溶解されることが知られている。

【0023】従って、表面あるいは溶解されたCTABのいずれも高照度下における光安定性は期待できない。

【0024】更に、文献4 (K. fahremschoen and M. F. Schiekell *Journal of Electrochemistry Society* 124 p. 953 1977) では、表面処理剤ではなく液晶へのドーパントとしてレチシンあるいは“T”酸の使用が知られている。ガラス基板に $\text{SiO}$ あるいはフッ化マグネシウム ( $\text{MgF}_2$ ) を蒸着角度を $60^\circ \sim 85^\circ$  で真空蒸着しセル化したところ、プ

(3)

4

レティルト角 ( $\theta_p$ )  $12^\circ \sim 16^\circ$  が得られている。しかし、光安定性に関する記述はない。

【0025】文献5 (W. R. Heffner et, al. *Applied Physics Letter* 36 p. 144 1980) では、 $\phi=85^\circ$  で蒸着した $\text{SiO}$ 表面にDMOAP (N, N dimethyl-N-octadecyl-3-aminopropyltrimethoxysilane) 及びUTPFE (Ultrathin polyfluoroethylene) フィルムを用いて表面処理をしている。DMOAPは濃度0.003~0.03%のDMOAP溶液を $\text{SiO}$ 蒸着基板にディッピングし、その後、 $80^\circ\text{C}$ で焼成することにより得ることができる。

【0026】また、UTPFEフィルムは、ガス状態のモノマーを真空装置に導入し、真空装置内に設けられた平板電極間のRF (RADIO FREQUENCY) プラズマ放電により $\text{SiO}$ 蒸着基板上にフィルムを形成することができる。DMOAP処理を行った蒸着基板をセル化しシアノビフェニル系液晶であるCB7を封入したところ $\theta_p=16^\circ \sim 26^\circ$  が得られた。また、 $\text{SiO}$ 上にUTPFEフィルムを作成した基板をセル化しCB7を封入したところ $\theta_p=22^\circ \sim 30^\circ$  が得られた。

【0027】更に、同セルにアゾキシ系液晶であるHxabを封入したところ傾斜垂直配向は発生せず完全な垂直に配向したものの、その配向は時間と共に変化した。この文献にも光安定性に関する記述はなかった。

【0028】文献6 (L. Rousille and J. Robert *Applied Physics Letter* 50 p. 3975 1979) では、 $\phi=60^\circ$  で蒸着した $\text{SiO}$ 表面をPTFE (polytetrafluoroethylene) フィルムでコーティングしプレティルトを得ている。 $\theta_p$ にPTFEフィルムの膜厚依存性があるので膜厚の最適化を行ったところ膜厚が20オングストロームのとき $\theta_p=3^\circ$  が得られた。このセルを室温で数ヵ月放置しておいたが配向に変化はなかった。この文献でも光安定性における記述はなかった。その他の傾斜垂直配向を得る方法として文献7 (Robert W. Filas and J. S. Patel *Applied Physics Letter* 50 p. 1426 1987) では2種類のシランカップリング剤MAP (N methylaminopropyltrimethoxysilane: 平行配向を得ることができる) とOTS (octadecyltriethoxysilane: 垂直配向を得ることができる) をある比率で混合しIPA (isopropyl alcohol) で希釈した溶液でガラス基板上を配向処理しその後ラビングを行う方法が報告されている。この方法ではラビング強度の最適化を行

(4)

5

うことにより  $\theta_p = 3^\circ \sim 4^\circ$  を得ることができる。

【0029】しかし、シランカップリング剤溶液を放置すると時間的に変化が生じること、高温において配向が不安定であることなどが問題点として上げられている。この文献においても光安定性に関する報告はなかった。

【0030】また、文献8 (Shoichi Matsumoto et, al. Applied Physics Letter 27 p. 268 1975) では、垂直配向を得る方法としてクロム錯体 (tetrachloro- $\mu$ -hydroxo- $\mu$ -carboxylatodichromium (III) complex) を用いて配向処理を行う方法が紹介されている。

【0031】この方法で作成した動的散乱モードの液晶セルは通電エージング (60℃で液晶セルに50Hz 30Vrms A. Cを印加する信頼性試験) で1500時間まで安定した配向が得られている。しかし、この文献においても光安定性における報告はなされていない。

【0032】また、文献3 (公開特許公報公開番号平2-503482 出願人ヒューズエアクラフトカンパニー) では、SiOx (x=1, 2) を斜方蒸着しアルコールによる表面処理を行うことにより傾斜垂直配向を得ることが報告されている。

【0033】SiOxの斜方蒸着は2段階に分けて行われる。第1段階は $\phi = 20^\circ \sim 40^\circ$  (好ましくは $30^\circ$ ) でSiOxを蒸着する。第2段階として基板を $90^\circ$ 回転させ $\phi = 2^\circ \sim 10^\circ$  (好ましくは $5^\circ$ ) で蒸着を行う。続いて、表面水酸基を伴う長鎖アルコールの反応により基板に表面アルコキシを形成することにより傾斜垂直配向を得ている。この方法で得られた傾斜垂直配向は高度の傾斜光安定性を示すと記述されている。

【0034】しかし、本文献に用いられている液晶の誘電異方性は正であるので、得られる $\theta_p$ は $\theta_p = 6^\circ \sim 45^\circ$ と非常に大きい値となっている。従って、本方法では微小なプレティルト角を得ることは困難である。

【0035】また、文献9 (特開平3-107925 出願人スタンレー電気) では、垂直配向性ポリイミド膜にラビングを施しプレティルト角を得る方法がカイラル剤混合の液晶と二色性色素を封入した液晶表示素子に应用されている。なお、この文献では、液晶層の表示モードがゲストホストモードに限定されている。

【0036】

【発明が解決しようとする課題】 プロジェクション投射型液晶表示装置においてフルカラー表示を行う場合、白色光を赤青緑の3色に分光しそれぞれの色において画像を形成後再び合成し光学系で拡大投射する。前述のようにHFEモードはOFF時の反射率特性に波長依存性をもつ。パネルを設計する際に述べた条件となるようにパラメータの決定を行ってもそれは単一波長に限り満たされる条件である。分光された光の波長帯域はおおよそ100nmと広域なので先に述べた条件に適合しない波長

6

が支配的となってくる。

【0037】従って、実際のOFF時の反射率はゼロにはならないという問題が生じる。この問題によりHFEモードで高コントラストを得るには限界がある。

【0038】また、HFEモードでは図4に示すようにしきい電圧に著しい温度依存性がある。もともとプロジェクション内においてパネルは読み出し光源によりかなりの温度まで上昇する。しかしプロジェクションシステムを連続的に使用するに従い光源の照度劣化が発生する。それに伴いパネルの温度が低下して行くので液晶のしきい電圧も高電圧側にシフトする。従って最適化した駆動電圧からのずれが生じ、表示品位を著しく低下させる問題が生じる。

【0039】図5、図6にHFEモードの液晶ライトバルブにおける電圧-反射率(V-R)特性を示す。図5はオンオフ比が大きい場合、図6はオンオフ比が小さい場合V-R特性を示している。

【0040】ここでオンオフ比というパラメータについて説明する。V-R特性のピークは、光導電体層に書き込み光が入射しない場合(ダーク状態)高印加電圧側に、逆に書き込み光が入射した場合(フォト状態)低印加電圧側に存在する。オンオフ比は以下の式で定義される。

【0041】

$$\text{on/off} = V_{\text{Rmax dark}} / V_{\text{Rmax photo}}$$

ただし、 $V_{\text{Rmax dark}}$  : ダーク状態において最大反射率が得られた時の印加電圧

$V_{\text{Rmax photo}}$  : フォト状態において最大反射率から得られた時の印加電圧

30 HFEモードは反射率特性の急峻性がわるいので図6に示すようにパネルのオンオフ比が低い場合明るい表示が得られないという問題が生じる。先に述べたDAP型ECBモードはHFEモードと比べ電圧-反射率特性の急峻性に優れ、クロスニコル下で電圧無印加時に完全な黒を表示できる等の特徴をもっている。

【0042】しかしながら、DAP型ECBモードに必要な傾斜垂直配向を実現するために提案されている従来の方法は以下のような欠点を有している。

40 【0043】斜方蒸着法は蒸着角、蒸着速度、真空度、基板温度、膜厚などの蒸着条件や液晶物質、蒸着物質が異なると液晶のプレティルト角も大きく変化する。また、基板が大きい場合、該諸条件を面内で等しくすることは非常に困難である。

【0044】従って、大面積で均一な傾斜垂直配向を再現性よく得るのは困難である。

【0045】また、これまでに述べて来た従来配向方法をプロジェクションに応用する場合配向の高照度下における光安定性が必要となってくる。しかし、今までに光安定性のデータは報告されていない。

50 【0046】

(5)

7

【課題を解決するための手段】対向した基板間に液晶層を有す構成を持つ反射型液晶素子を備え、前記液晶素子により生成された光画像を投射する投射型液晶表示装置において、前記反射型液晶素子の液晶分子は、ラビング処理された垂直配向性のポリイミド膜配向手段により所定の傾斜角度（プレティルト角）を持つように配向されている。

【0047】

【作用】液晶分子配向手段に垂直配向性のポリイミド膜を用いているので、配向安定性、塗工性、化学的安定性、特にプロジェクションに必要な耐熱性、光安定性が増し、信頼性の向上がはかれる。

【0048】また、液晶分子を配向させるのに前記膜をラビングする方法を使用しているので、容易に広範囲にわたって再現性よく所要の微小プレティルト角を得る事ができる。さらに後述するラビング密度を変化させることにより、プレティルト角を自在に制御することができる。

【0049】以上に示すように本発明に係る投射型液晶表示装置では、この様な配向方法を用いた反射型液晶素子を用いているので投射型液晶表示装置に必要な光安定性を向上させることができ、更に、先に示すような動作モードを採用しているので高コントラスト化がはかれ、故に高い表示性能を備えた投射型液晶表示装置を提供することが出来る。

【0050】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0051】本実施例では、本発明の投射型液晶表示装置に備える反射型液晶素子の作成方法を以下に示す。具体的には、実施例1には光書き込み型ライトバルブ、実施例2には、光入射側基板に対向する基板として単結晶シリコンを用いた反射型TFTLCD、実施例3には、光入射側基板に対向する基板としてガラス等の透過性基板を用いた反射型TFTLCDの作成方法を示す。

【0052】実施例1

図1は本発明にかかわる実施例の光書き込み型液晶ライトバルブの構成を示す断面図である。

【0053】同図に示すようにこの実施例の液晶ライトバルブ100はガラス基板101及び102、反射防止膜103、透明電極104、対向電極105、光導電体層106、遮光層107、配向膜108a、108b、スペーサ109、液晶層110、及び、誘電体ミラー111を備えている。この液晶ライトバルブ100は以下のようにして製造される。

【0054】まず、ガラス基板101上全面に二酸化錫（ $\text{SnO}_2$ ）からなる透明導電膜をスパッタリング法により形成し透明電極104とする。次に透明電極104上に光導電体層106として非晶質水素化ケイ素（ $\text{a-Si:H}$ ）膜を形成する。光導電体層106をなす $\text{a-Si:H}$ 膜はシラン（ $\text{SiH}_4$ ）ガス及び水素（ $\text{H}_2$ ）ガスを原料とし、プラズマCVD（化学気相成長法）をもちいて形成する。この $\text{a-Si:H}$ 膜の膜厚はおよそ $6\mu\text{m}$ である。

8

【0055】ついで光導電体層106上に後述する液晶層110側から光導電体層106へ入射する光を遮るための遮光層107としてカーボン分散型アクリル樹脂をスピンコートして形成する。膜厚はおよそ $1\mu\text{m}$ とする。

10 【0056】その後、遮光層107上に、液晶層110側から光導電体層106へ入射する光を反射するための誘電体ミラー111として酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）と酸化シリコン（ $\text{SiO}_2$ ）とからなる多層膜を電子ビーム蒸着法によって形成する。ガラス基板の読み出し光113が入射する側にはガラスの表面反射を防止するための反射防止膜103を形成する。

20 【0057】なお、ガラス基板101のファイバプレートを用いることも可能である。ガラス基板101に対向するガラス基板102上には、錫をドーブした酸化インジウム（ITO）からなる透明導電膜をスパッタ法を用いて蒸着することによって、対向電極105を形成する。次いで対向電極105及び誘電体ミラー111上に垂直配向性のポリイミド膜（日本合成ゴム社製）をスピンコートにより薄膜化し $300^\circ\text{C}$ で焼成することにより配向膜108a、bを形成する。膜厚はおよそ $1000\text{\AA}$ （ $100\text{nm}$ ）である。

【0058】その後前記配向膜108a及び108bにラビングによる配向処理を施す。

30 【0059】ところで、ラビングの強度は一般的に以下の式に示されるようなパラメータでラビング密度として定義されている。（第13回液晶討論会予稿、'87年P. 208）
$$L = N \cdot l \cdot \{1 + (2\pi r n / 60V)\}$$

ただし、

L：ラビング密度 N：ラビング回数 l：毛の接触長さ

n：ローラ回転数 V：ステージ速度 r：ローラ半径

ただし、ローラ半径には、ラビング布の厚さを含む。

40 【0060】プレティルト角は先に述べたラビング密度Lを変化させることにより容易に制御できる。

【0061】一例として前記配向膜をラビングした場合のラビング密度とプレティルト角の関係を図2に示す。

【0062】また、図3に用いたラビング装置を示す。ここで1は基板、2はステージ、3はラビング布であり、ローラを矢印A方向に回転させると共に、ステージを矢印B方向に進行させることにより、ラビング布の基板に対する毛の接触長さlを持つようにしてラビング処理を行う。

50 【0063】ところで、図16に本実施例に採用されたラビング密度でのプレティルト角 $\theta_p$ とコントラスト比

(6)

9

の関係を示す。図16からも分かるように、コントラスト比が例えば200:1を超えるような高コントラスト比を得るためには、プレティルト角が $5^{\circ}$ 以下であることが望ましい。

【0064】本実施例ではプレティルト角がおよそ $1^{\circ}$ となるようなラビング密度でラビングを行った。ラビング方向はアンチパラレルにした。その後各基板をシールとしての役割も兼用するスペーサー109を介し貼り合わせ、各基板間に負の誘電異方性をもつ液晶を真空注入した。続いて封止することにより本実施例の液晶ライトバルブ100が構成される。

【0065】図12に本実施例における液晶ライトバルブ100により構成されたプロジェクションシステムの一例を示す。このシステムにおいて読み出し光源120からの光は偏光ビームスプリッター121を介し液晶ライトバルブ100に入射する。投射したい画像は、書き込み光源125からの光をTFTパネル124を介することにより形成され、液晶ライトバルブ100に書き込まれる。液晶ライトバルブ100内で変調された読み出し光は再び偏光ビームスプリッター121を介しレンズ系122を通しスクリーン123上に投射される。このシステムで投射された画像は大変良好であった。

【0066】上述のような方法でプレティルト角を持たせることにより対向する基板間に電圧を印加し書き込み情報が透過性基板に入射した場合液晶分子が一定方向に揃って倒れるようになる。また、プロジェクションに必要な配向の光安定性、耐熱性が増し、信頼性を向上することができる。

【0067】図7は本実施例におけるDAPモードの液晶ライトバルブのV-R特性を示したグラフである。また、表1はHFEモードの液晶ライトバルブとDAPモードの液晶ライトバルブにおいて同程度のオンオフ比が得られた場合の表示特性の一例を示したものである。DAPモードの液晶ライトバルブの方がHFEモードの液晶ライトバルブより急峻性が優れているので最大反射率付近で最大コントラストを得ることが出来る。故に本実施例では前記の特徴をもつDAPモードを採用しているので高コントラストな投射画像を実現できる。

【0068】

【表1】

10

20

30

表 1

	オンオフ比	急峻性	$R_{CRmax}^{dark} [\%]$	$R_{CRmax}^{photo} [\%]$	コントラスト比
HFE型液晶ライトバルブ	1.20	1.45	1.0	30.0	30
DAP型液晶ライトバルブ	1.25	1.15	0.1	80.0	800

ただし、 $R_{CRmax}^{dark}$  : コントラスト比が最大となる印加電圧における最小反射率  
 $R_{CRmax}^{photo}$  : コントラスト比が最大となる印加電圧における最大反射率

【0069】ところで図4に本実施例で得たDAPモードの液晶ライトバルブと従来のHFEモードの液晶ライトバルブとのしきい電圧 $V_{TH}$ の温度依存性を示す。それぞれの液晶ライトバルブは液晶層以外は同条件で作成したものである。本実施例とHFEモードの液晶のネマティック相からアイソトロピック相への転移温度 $T_{NI}$ はそれぞれ $83^{\circ}\text{C}$ と $100^{\circ}\text{C}$ である。 $V_{TH}$ はHFEモードでは温度が上昇するに従い低電圧側にシフトしている。それに比べ本実施例では $T_{NI}$ の付近までほぼ安定している。故に本実施例では、従来よりしきい電圧の温度依存性も大幅に改善できる。

【0070】実施例2

本実施例では、光の入射する基板とは反対側の基板に単結晶シリコンを用いた場合の例を示す。

50



11

【0071】図9に本発明を適用した反射型液晶素子200を示す。この実施例では、基板上にシリコンゲートNMOSのスイッチング回路を搭載した場合である。この素子は、最下部に単結晶シリコン基板207を備え、この単結晶シリコン基板207の上にフィールドシリコン酸化膜206が形成されている。フィールドシリコン酸化膜206には一部、この図示例では2箇所に通孔206a、206bが開設され、これら通孔206a、206bの内部と通孔206a、206bの上縁部周りのフィールドシリコン酸化膜206の上表面部分には、単結晶シリコン基板207に底部が達する状態でそれぞれアルミニウム電極204b、204cが形成されている。なお、このアルミニウム電極204b、204cの下に単結晶シリコン基板207部分は、ソース領域208とドレイン電極209となっている。上記2つの通孔206a、206bとの間にはゲート絶縁膜211とゲート電極210が配設されている。ゲート電極210は、アルミニウム電極204c、204bと短絡しないように、その表面をシリコン酸化膜等で被覆している。このゲート電極210は、本実施例ではポリシリコンを使用しているが、これに限定するものではない。

【0072】上記アルミニウム電極204c、204b及びフィールドシリコン酸化膜206の上には、保護膜205が形成されている。保護膜205は、単結晶シリコン基板207上に作成したスイッチング用MOS回路を保護するためのものである。この保護膜205のアルミニウム電極204bの上の部分には通孔205aが開設され、保護膜205の上と通孔205aには底部がアルミニウム電極204bに達する状態で電極兼反射膜204aが形成されている。この電極兼反射膜204aは、本実施例では反射率の高いアルミニウムを用いているが、これに限定するものではない。また、電極兼反射膜204aは、下部電極204bとのコンタクト抵抗を低くするために、電極兼反射膜204a形成後に熱処理が必要だが、この時に電極兼反射膜204aの表面に凹凸が生じ、反射率の低下をきたす。本実施例では、電極兼反射膜204aの表面を平滑にし、反射率を高める目的で保護膜205の形成後と、電極兼反射膜204aを形成した後に行う熱処理後とに、それぞれ表面を研磨し、平滑となる処理を行っている。

【0073】この電極兼反射膜204aの上には、下面全面に透明対向電極202が形成された透明ガラス基板201が対向配置されている。透明ガラス基板201は、光入射側として使用される。液晶層203は、以下のような方法で作成される。対向透明電極202及び電極兼反射膜204a上に垂直配向性のポリイミド膜（日本合成ゴム社製）をスピンコートにより薄膜化し300℃で焼成することにより配向膜218a、bを形成する。膜厚はおおよそ1000オングストロームである。その後前記配向膜218a及び218bにラビングによる

(7)

12

配向処理を施す。本実施例ではプレティルト角がおおよそ1°となるようなラビング密度でラビングを行った。ラビング方向をアンチパラレルとなるようにした。その後各基板を貼り合わせ、基板間に負の誘電異方性をもつ液晶を真空注入した。続いて封止することにより本実施例の反射型液晶表示素子200が構成される。

【0074】本発明にあつては、単結晶シリコン基板207を用いているので、ICの技術をそのまま液晶表示素子に適用可能である。つまり、微細加工技術、高品質薄膜形成技術、高精度不純物導入技術、結晶欠陥制御技術、製造技術と装置、回路設計技術、CAD技術など高度に発達した先端技術が適用できることになる。

【0075】よって、ICの微細加工技術の採用により画素の微細化が可能であり、従来に無い高精細表示が可能となる。

【0076】また、従来のスイッチング回路は1個または複数のTFTを補償コンデンサとで構成していたため、低抵抗液晶を使えない欠点があったが、本発明では液晶の抵抗値やスイッチング電圧など個々の液晶の特性に応じたスイッチング回路を構成できるため、幅広く液晶の選択が可能となった。このとき、スイッチング回路は画素の反射板の下部シリコン基板に作れるため、表示素子の実効表示面積の低下が招来されない。

【0077】更に、スイッチング回路に加えて駆動回路のみならず、論理回路、記憶回路等が同一基板上に形成できるために、表示装置の論理機能の付加が可能となった。加えて、既設のIC工場のクリーンルームで他の設備投資が殆ど要せず、製造コストを低くできる利点がある。

【0078】具体例1

本発明の特徴の一つであるICの微細加工技術を使って画素の縮小を行うと、小型のハイビジョン対応の反射型液晶素子を作成できる。例えば画素ピッチを（縦×横＝） $20 \times 25 \mu\text{m}^2$ とし、画素数を $1000 \times 1400$ 個とすると表示寸法 $20 \times 35 \text{mm}^2$ 、対角1.6インチの表示素子を構成できる。実際には、駆動回路を表示面の周辺基板上に一体化して形成することを要するため、表示素子用の単結晶シリコン基板207の寸法は $30 \times 45 \text{mm}^2$ である。なお、液晶は実施例1の液晶層110と同様な方法で作成される。

【0079】このようにして作成した液晶表示素子を3枚用いてカラープロジェクト型TVを構成したが、表示が明るく、液晶表示素子が小さいため光学系を小さくでき、プロジェクト型TV自体をコンパクトにすることができる。

【0080】具体例2

上述した具体例1で説明した画素を3分割し、それぞれにR（赤）、G（緑）、B（青）のカラーフィルターを取り付けると1枚の表示素子で反射型カラー液晶表示装置が構成できる。図10に簡単な断面図を示す。単結晶

13

シリコン基板207の上層部には液晶のスイッチング回路領域212が3個1組として形成している。各スイッチング回路領域212の上に各々電極兼反射膜204aが形成された状態で、単結晶シリコン基板207の上には全面にわたってゼラチン膜が形成されている。このゼラチン膜は、1組を構成するうちの1つのスイッチング回路領域212の上の部分が赤に染色されてなるカラーフィルター赤213aとなっており、他の2つのスイッチング回路領域212の上の部分が緑、青に染色されてなるカラーフィルター緑213b、カラーフィルター青213cとなり、残りの部分は染色されていないゼラチン無染色領域213dとなっている。ゼラチン膜の形成と染色技術はすでにCCD用として開発が行われており、従来の設備、技術がそのまま使える。なお、図10の液晶層203において配向膜、液晶は省略されている。

【0081】図13に本実施例における反射型液晶素子により構成されたプロジェクションシステムの一例を示す。このシステムにおいて光源220からの光は偏光ビームスプリッター221を通し反射型液晶素子200に入射する。反射型液晶素子200内で投射したい画像情報に応じて変調された光は再び偏光ビームスプリッター221を介し、レンズ系222を通りスクリーン223上に投射される。このシステムにより投射された画像はとても良好であった。

【0082】このように構成した表示装置を用いると、超小型化のプロジェクション型カラーTVが実現できる。また、TVのみならず、他のOA機器等にも利用可能である。

#### 【0083】具体例3

本発明の特徴の1つは単結晶シリコン基板を使用するので論理回路、記憶回路等を同一基板上に作れることである。図11は画像処理機能部を搭載した例を示している。

【0084】図11において、214は単結晶シリコン基板である。この基板214の中央部には液晶表示部217が形成され、その周りに液晶駆動回路部216と記憶回路、画像処理回路等215が形成されている。入力信号は、記憶回路、画像処理回路等215にて処理され、処理された信号は液晶駆動回路部216へ転送され、液晶表示部217を表示させる。

【0085】このように構成した場合には、本発明により表示装置と画像処理機能部とを一体化できる。この例では画像処理機能部を搭載した表示装置を示したが、画像処理機能部に限定するものではなく、他の機能部との一体化も可能である。

【0086】なお、上記実施例ではシリコンゲートNMOS搭載を例にとったが、本実施例はこれに限定するものではなく、単結晶のMOS構造及びバイポーラ構造、ダイオード、抵抗、コンデンコンデンサなど従来より単

(8)

14

結晶シリコン基板を使用するICで使用されている全ての構成素子の1種類又は複数種類の素子を搭載した場合を含む。

#### 【0087】実施例3

本実施例では、両方の基板にガラスなどの透明基板を用いた場合の例を示す。図14は本発明の一実施例である反射型液晶素子300の断面図であり、図15は図14に示される基板301の平面図である。ガラスなどから成る絶縁性の基板301上にスパッタリング法により3000オングストロームの厚さのタンタル金属層を形成し、この金属層をフォトリソグラフ法及びエッチング法によりパターンニングを行い、ゲートバス配線302及びなどから成る複数のゲートバス配線302が互いに平行に設けられ、ゲートバス配線302からはゲート電極303が分岐している。ゲートバス配線302は走査線として機能している。ゲート電極303及びゲートバス配線302にはクロムなどを用いることも可能である。ゲート電極303を覆って基板301上の全面に、プラズマCVD法により4000オングストロームの厚さの窒化シリコン(SiNx)から成るゲート絶縁膜304が形成されている。ゲート絶縁膜304には酸化シリコン(SiOx)などを用いることも可能である。ゲート電極303の上方のゲート絶縁膜304上には、半導体層305となる厚さ1000オングストロームの非晶質シリコン(以下a-Si)層が形成される。この半導体層305には多結晶シリコン、CdSeなどを用いることも可能である。半導体層305の両端部には、厚さ400オングストロームのn+型a-Si層から成るコンタクト電極401が形成される。形成されたa-Si層及びn+型a-Si層はパターンニングされる。一方のコンタクト電極401上には厚さ2000オングストロームのモリブデン金属を基板301にスパッタリング法により形成し、このモリブデン金属層のパターンニングを行ってソース電極306を形成する。他方のコンタクト電極401上には、ソース電極306と同様にモリブデン金属からなるドレイン電極307が重畳形成されている。ソース電極306及びドレイン電極307にはチタン、モリブデンなどを用いることも可能である。

【0088】図15に示すようにソース電極306には、ゲートバス配線302に前述のゲート絶縁膜304を挟んで交差するソースバス配線309が接続されている。ソースバス電極309は、信号線として機能している。ソース電極309も、ソース電極306と同様の金属で形成されている。ゲート電極303、ゲート絶縁膜304、半導体層305、ソース電極306及びドレイン電極307は薄膜トランジスタ(以下、TFTと記す)400を構成し、該TFT400はスイッチング素子の機能を有する。

【0089】ゲートバス配線302、ソースバス電極309及びTFT400を覆って、基板301上全面に厚

15

さ2 $\mu$ mのポリイミド樹脂からなる有機絶縁膜402が形成されている。有機絶縁膜402のドレイン電極307部分にはフォトリソグラフィ法及びドライエッチング法を用いてコンタクトホール403が形成されている。有機絶縁膜402上にはアルミニウムからなる反射電極308が形成され、反射電極308はコンタクトホール403においてドレイン電極307に接続されている。反射電極308には銀を用いることも可能である。

【0090】基板405上には、カラーフィルター406が形成される。カラーフィルター406の基板301の反射電極308に対向する位置にはマゼンタまたはグリーンのフィルター406aが形成され、反射電極308に対向しない位置にはブラックのフィルター406bが形成されている。カラーフィルター406上の全面には厚さ1000オングストロームのITOからなる透明な電極407が形成される。

【0091】次いで反射電極308及び透明電極407上に垂直配向性のポリイミド膜（日本合成ゴム社製）をスピンコートにより薄膜化し300℃で焼成することにより配向膜404、408を形成する。膜厚はおよそ1000オングストロームである。その後前記配向膜404、408に実施例1と同様にラビングによる配向処理を施す。本実施例では実施例1と同様なラビング密度でラビングを行った。基板301、405間に例えば直径7 $\mu$ mのスペーサーを混入した図示しない接着性シール剤をスクリーン印刷することによって負の誘電異方性を有する液晶409を封入する空間が形成され、前記空間を真空脱気することによって負の誘電異方性を有する液晶409が封入される。以上により反射型液晶素子300を得ることができる。本実施例で得られた反射型液晶素子300を実施例2の図13で示したプロジェクションシステムに適応したところ、とても良好な画像をえることが出来た。

【0092】上述の様な方法でプレティルト角を持たせることにより、液晶層に電圧を印加した場合、液晶分子が一定方向に倒れるようになる。実施例1～3では、ラビング処理を両方の基板に施したが、片方のみラビング処理を施した反射型液晶素子を作成した結果、両方の基板にラビング処理を施した素子と同様の表示を得ることができた。従って、ラビング処理を施すのは少なくとも片方の基板でよい。

【0093】図8に本発明における高照度下におけるプレティルト角の経時変化（光エージング）を示す。これは、本発明における反射型液晶素子に常に100万Lx以上の光を照射し、更に最大反射率の得られる電圧を印加し1KHzで駆動したものである。液晶素子に高照度の光が照射されているため、液晶素子の温度は60℃前後になっている。光エージングにかかる液晶素子のプレティルト角は光照射による減少を予測し、およそ4°と大きめのものを用意した。この素子を光エージングにか

(9)

16

けるとプレティルト角は、はじめの100時間に4°から2°に減少した。しかし100時間から1000時間の900時間は2°のまま安定であった。このティルト角の減少は表示に影響がないレベルのものである。従って、本発明により配向の光安定性が改善できたといえる。

【0094】また、本実施例で負の誘電異方性を有するネマティック液晶を用いているが、本発明に使用される液晶は前記液晶に限定されるものではない。

10 【0095】

【発明の効果】本発明では液晶層の配向膜に垂直配向性のポリイミド膜を用いているので、配向安定性、塗工性、化学的安定性、特に反射型プロジェクションに必要な配向の耐熱性及び光安定性が増し、信頼性の向上がはかれる。また、液晶分子を配向させるのに前記配向膜をラビングする方法を使用しているため、容易に広範囲にわたって再現性よく所定の微小プレティルト角を得ることができる。さらにラビング密度を変化させることにより、プレティルト角を自在に制御することができる。また、本発明では前記特徴をもつDAP型ECBモードを動作モードとして採用しているためコントラストをさらに上げることができる。更に上述のようにしきい電圧の温度依存性も改善できる。

【0096】以上に示すように本発明に係わる反射型液晶素子では、このような配向方法を用いているのでプロジェクションに必要な光安定性を向上させることができ、更に、先に示すような動作モードを採用しているため高コントラスト化がはかれ、故に高い表示性能を備えた反射型液晶素子を提供することができる。

30 【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1による光書込型液晶ライトバルブの簡潔化された断面図である。

【図2】ラビング密度とプレティルト角の関係を表したグラフである。

【図3】本発明に用いたラビング装置の簡略化した断面図である。

【図4】本発明によるDAPモードの液晶ライトバルブとHFEモードの光書込型液晶ライトバルブのしきい電圧の温度依存性を比較したグラフである。

40 【図5】HFEモードのオンオフ比が大きい場合の、電圧反射率特性を示す図である。

【図6】オンオフ比が小さい場合の電圧反射率特性を示す図である。

【図7】DAPモードの液晶ライトバルブにおける電圧反射率特性を示す図である。

【図8】高照度下におけるプレティルト角の経時変化を示した図である。

【図9】本発明を適用した実施例2の構造を示す構成説明図である。

50 【図10】具体例2の構成説明図である。

(10)

17

【図11】具体例3の構成説明図である。

【図12】本発明を用いて作成した実施例1の反射型液晶素子により構成されるプロジェクションシステムを示した図である。

【図13】本発明を用いて作成した実施例2の反射型液晶素子により構成されるプロジェクションシステムを示した図である。

【図14】実施例3による反射型液晶素子の断面図である。

【図15】実施例3による反射型液晶素子の平面図である。

【図16】実施例に採用したラビング密度でのプレティルト角 $\theta_p$ とコントラスト比CRの関係を示した図である。

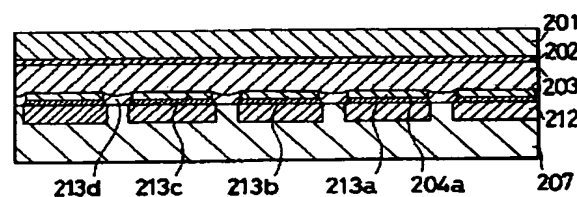
【符号の説明】

100 実施例1の液晶ライトバルブ  
 101 ガラス基板  
 102 対向基板  
 103 反射防止膜  
 104 透明電極  
 105 対向電極  
 106 光導電体層  
 107 遮光層  
 108 a、b 配向膜  
 109 スペーサ  
 110 液晶層  
 111 誘電体ミラー  
 112 書き込み光  
 113 読み出し光  
 120 読み出し光源  
 121 偏光ビームスプリッター  
 122 レンズ系  
 123 スクリーン  
 124 TFTパネル  
 125 書き込み光源  
 200 実施例2の反射型液晶素子  
 201 透明ガラス基板  
 202 透明対向電極  
 203 液晶層  
 204 a 電極兼反射膜  
 204 b アルミ電極

18

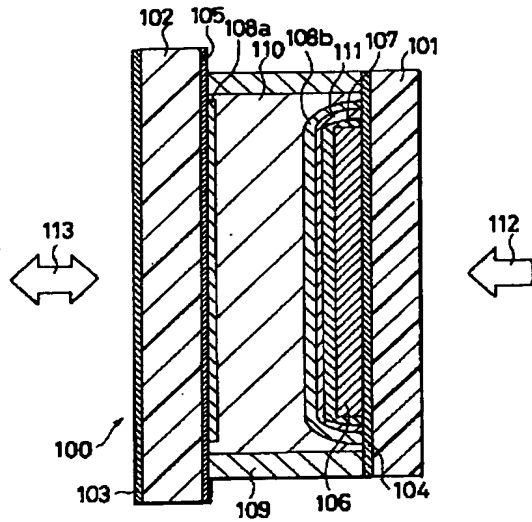
205 保護膜  
 206 フィールドシリコン酸化膜  
 207 単結晶シリコン基板  
 208 ソース領域  
 209 ドレイン領域  
 210 ゲート領域  
 211 ゲート絶縁膜  
 212 液晶スイッチング回路領域  
 213 a カラーフィルター赤  
 213 b カラーフィルター緑  
 213 c カラーフィルター青  
 213 d ゼラチン無染色領域  
 214 単結晶シリコン基板  
 215 記憶回路、画像処理回路領域  
 216 液晶駆動回路領域  
 217 液晶表示領域  
 218 a、b 配向膜  
 220 光源  
 221 偏光ビームスプリッター  
 222 レンズ系  
 223 スクリーン  
 300 実施例3の反射型液晶素子  
 301 基板  
 302 ゲートバス配線  
 303 ゲート電極  
 304 ゲート絶縁膜  
 305 半導体層  
 306 ソース電極  
 307 ドレイン電極  
 308 反射電極  
 309 ソースバス配線  
 400 TFT素子  
 401 コンタクト電極  
 402 有機絶縁膜  
 403 コンタクトホール  
 404 配向膜  
 405 基板  
 406 カラーフィルタ  
 407 透明電極  
 408 配向膜  
 409 液晶

【図10】

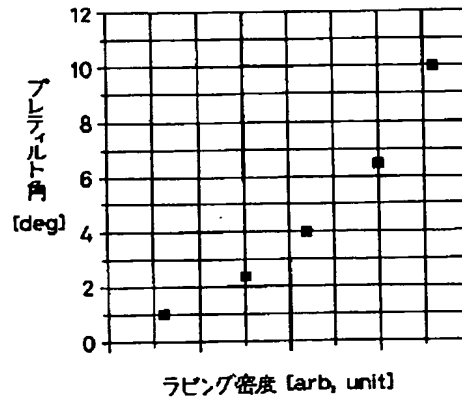


(11)

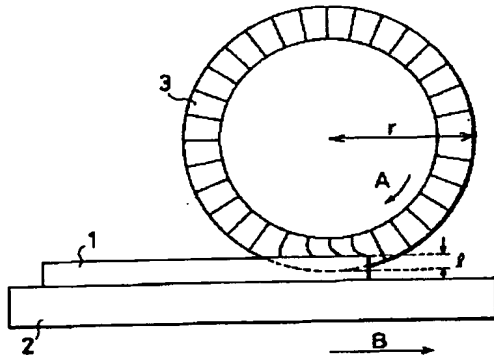
【図1】



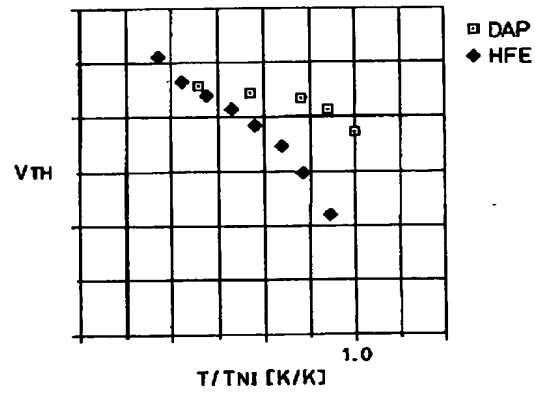
【図2】



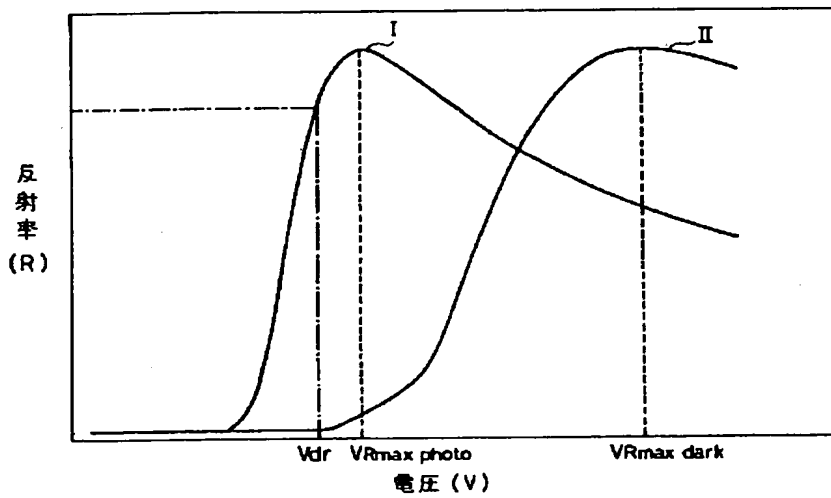
【図3】



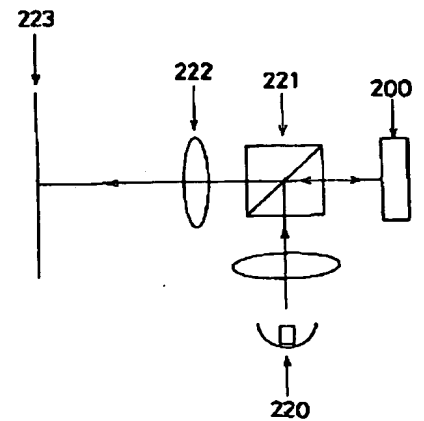
【図4】



【図5】

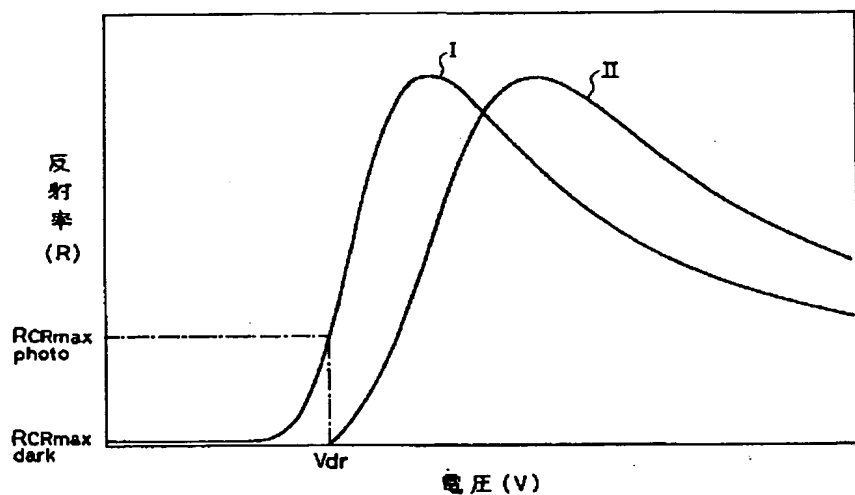


【図13】

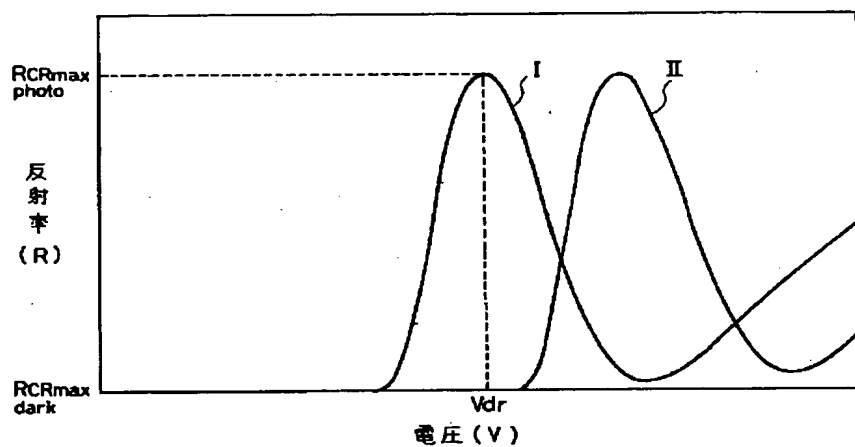


(12)

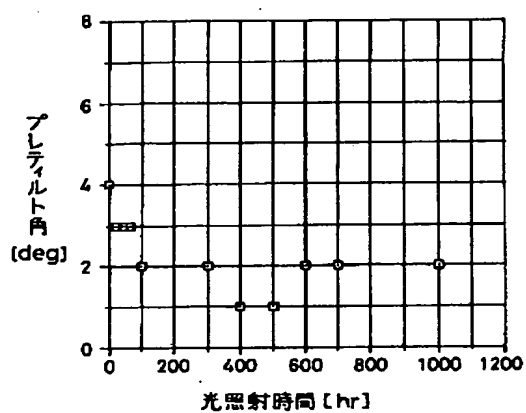
【図6】



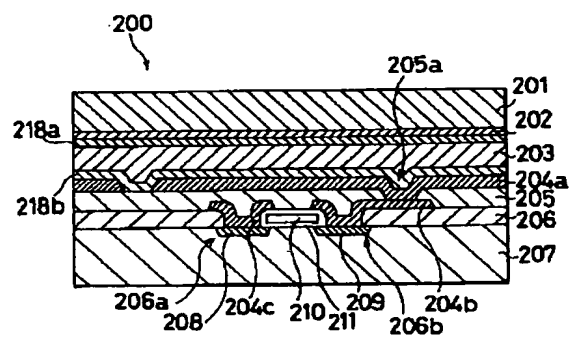
【図7】



【図8】

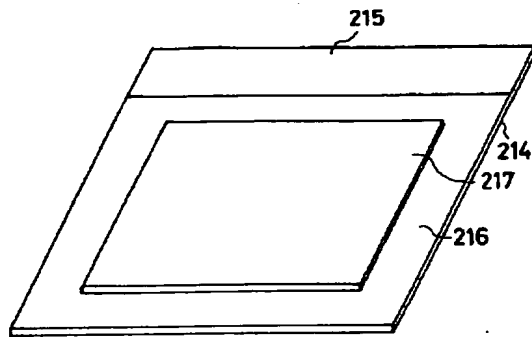


【図9】

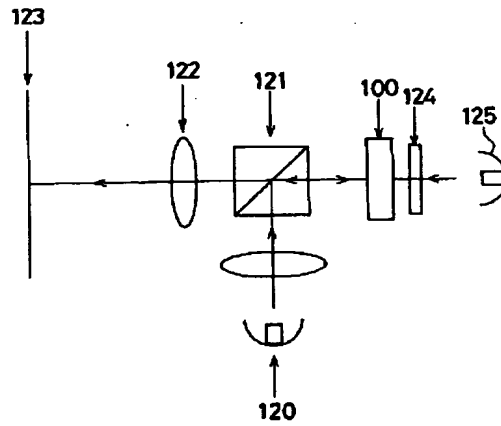


(13)

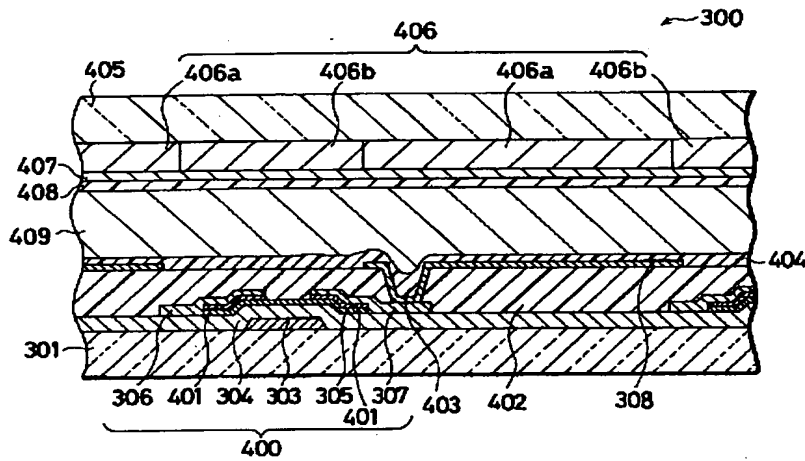
【図11】



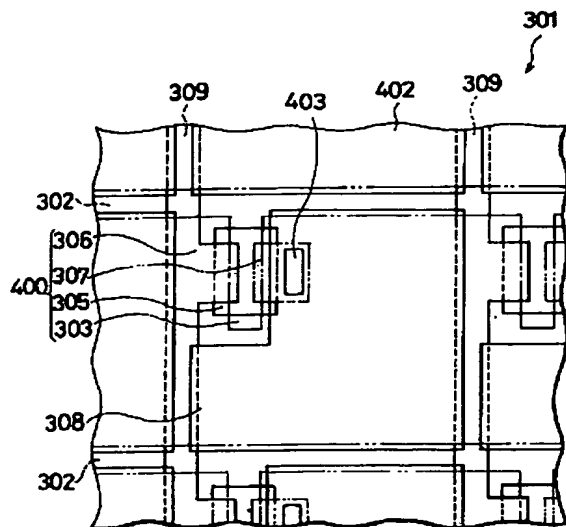
【図12】



【図14】



【図15】



【図16】

